

X線イメージング結晶分光器の真空設備等の整備
仕様書

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
那珂フュージョン科学技術研究所
先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ第2実験グループ

I 一般仕様

1. 件名

X線イメージング結晶分光器の真空設備等の整備

2. 目的

国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構（以下「QST」という。）那珂フュージョン科学技術研究所（以下「那珂研」という。）では、プラズマ加熱実験運転に向けて、計測装置の整備を行っている。本件では、X線イメージング結晶分光器の真空設備等について、組立設置及び試験を実施する。

3. 業務内容

本仕様で定める作業は以下のとおりである。

(1) 設置・調整作業及びリーク試験

- ① 真空排気系用ダクト保持用柱の設置
- ② X線源用チラーの設置・冷却水用ホースの敷設
- ③ ベリリウム窓付きフランジの設置
- ④ 光ファイバケーブルの敷設
- ⑤ 真空排気系の全体真空動作試験

(2) 組立て作業の工程調整

JT-60SAの整備では、本仕様で規定された上記5項目の製作、組立て及び敷設作業に加え、QSTが別途実施する各種作業が並行して実施される。このため、整備の現場となるJT-60組立室や実験室では、複数の業者がクレーン等を使用して組立て作業を実施している。JT-60SAの作業を安全かつ遅滞なく進めるためには、作業工程を管理して、複数の業者で利用するクレーンや、上下作業回避のための作業場所を調整する必要がある。

受注者は、作業安全及び作業の効率化に留意し、円滑に作業を進めるための工程調整／作業安全管理の選任者を配置する等、安全管理やクレーン利用時間／作業場所等を積極的に調整する項目も契約範囲とする。

4. 納入期限

令和8年12月25日

5. 履行場所

茨城県那珂市向山801-1 QST 那珂研
JT-60実験棟組立室・本体室、PIG室

6. 検査条件

3 項の作業完了後、8 項に定める提出図書が提出され、9.2 項に定める貸与品の返却を確認し、本仕様書に定めるところに従って業務が実施されたと QST が認めたときをもって検査合格とする。

7. 契約不適合責任

契約不適合責任については、契約条項のとおりとする。

8. 提出図書

受注者は契約後、表 I-8-1 の図書を遅滞なく提出し、確認が必要なものは確認を得ること。

表 I-8-1 提出図書

図 書 名	提 出 時 期	部数	確認
工程表	契約締結後速やかに	3 部	要
作業要領書	作業開始前	3 部	要
確認図	製作着手前 ※確認後コピー3 部提出のこと	3 部	要
試験検査要領書	検査着手前 ※確認後コピー3 部提出のこと	3 部	要
打合せ議事録	打合せ後速やかに	1 部	不要
作業体制表	作業開始前	1 部	不要
緊急連絡体制表	作業開始前	1 部	不要
作業日報	作業開始前	1 部	不要
危険予知活動記録	作業開始前	1 部	不要
試験検査成績書	納入時	3 部	不要
完成報告書	納入時	3 部	不要
再委託承諾願 (QST 指定様式)	契約後速やかに ※下請負等がある場合に提出のこと	1 式	要
外国人来訪者票 (QST 指定様式)	入構の 2 週間前まで ※外国籍の者、又は、日本国籍で非居住者の入構がある場合に提出のこと	1 式	要

(提出場所)

QST 那珂研 先進プラズマ研究開発部 先進プラズマ第 2 実験グループ

(確認方法)

QST は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。当該期限までに確認を完了し、受理しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、受理したものとする。この確認は、確認が必要な図書 1 部をもって行う

ものとし、受注者は QST の確認後、残りの図書のコピーを QST へ送付するものとする。

「再委託承諾願」は、QST の確認後、書面にて回答するものとする。

「外国人来訪者票」は QST の確認後、入構可否を電子メールで通知する。

(図書形式)

受注者が提出する図書は、以下の形式とする。

文書： Microsoft 社製 Word、Excel、Adobe 社製 PDF

工程： Microsoft 社製 Excel、Adobe 社製 PDF

2D 図面： 2DCAD： Adobe 社製 PDF、もしくは製図用紙等を電子化したもの

3DCAD ファイル： STEP file 等

9. 支給品及び貸与品

支給品及び貸与品については、契約条項のとおりとする。なお、QST が支給品及び貸与品の所在等の確認を求めた場合には、受注者はこれに協力するものとし、紛失等の異常時には速やかに報告することとする。

9.1 支給品

表 I-9-1 に本仕様に関する支給品(無償)を示す。

表 I-9-1 支給品リスト

	品名	員数	支給場所
1	ベリリウム窓つきフランジ	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
2	ベリリウム窓付きフランジ締結用 ボルト・ナット・ワッシャー	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
3	光ファイバケーブル	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
4	PLC およびコントローラ	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
5	X 線源電源	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
6	真空ゲージコントローラ	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
7	電磁弁	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
8	結晶・検出器駆動ステージ用コン トローラ	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
9	X 線源用チラー	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
10	冷却水用ホース	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム I
11	10mm 閉止フランジ	1 式	JT-60 実験棟シールドルーム II

<その他関連事項>

(1) 支給品に関わる必要な情報は、QST から適宜提供する。

(2) 梱包材の扱い

支給品の梱包材は、可能な限り組立室搬入前に取り外すこと。また、梱包状態によっては、そのまま組立室内におろす必要がある場合がある。その際は下に養生シート（受注

者が用意)を敷き、その上におろすこと。機器を梱包材から取り出したあとは、梱包材を QST が指定する敷地内に運搬し、仮置きすること。なお、梱包材の処理は QST が行う。

(3) その他

作業に必要な電気・水(各 1 式)については無償で支給する。

9.2 貸与品

表 I-9-2 に本仕様に関する貸与品を示す。

表 I-9-2 貸与品リスト

	品名	員数	貸与場所
1	天井走行クレーン (250t/70t)	1 台	JT-60 実験棟本体室/組立室
2	天井走行クレーン (30t/5t)	1 台	JT-60 実験棟本体室/組立室
3	He リークディテクター	1 台	JT-60 実験棟本体室

<その他関連事項>

(1) 貸与品に関わる必要な情報は、QST から適宜提供する。なお、貸与品は無償とする。

(2) 資材置き場

本件に必要な資材置き場(土地)は、可能な範囲において、作業現場付近にて無償貸与する。なお、詳細については QST と別途協議するものとする。

(3) その他

現場事務所が必要な場合には、JT-60 実験棟 3F 周辺室を無償で貸与する。会議机や椅子等は受注者で用意することとするが、詳細については QST と別途協議するものとする。

10. 免責事項

(1) 支給する機器の設計及び製作に関する一切

(2) 本作業後(納入後)の他機器組立作業に関する一切

(3) 既設品、既設設備の取合いに関する非作業部の性能

11. 品質管理

本設備の製作に係る設計・製作・据付け等は、全ての工程において、以下の事項等について十分な品質管理を行うこととする。

(1) 管理体制

(2) 設計管理

(3) 外注管理

(4) 現地作業管理

(5) 材料管理

(6) 工程管理

(7) 試験・検査管理

(8) 不適合管理

- (9) 記録の保管
- (10) 重要度分類
- (11) 監査

12. 適用法規・規格基準

次の法規、規格及び基準に基づき、現地作業を行うものとする。

- (1) QST 内諸規程
- (2) 日本産業規格(JIS)
- (3) 労働基準法
- (4) 労働安全衛生法
- (5) JT-60 施設管理要領及びこれに基づき制定した各種要領
(JT-60 安全手引、JT-60 実験棟本体室等における作業手引書等)

13. 安全管理

13.1 放射線管理区域内作業に関する事項

- ① 本作業は、第一種及び第二種放射線管理区域内での作業になるため、放射線障害予防及び放射線の安全な取扱いに関する QST 内諸規程を順守すること。作業安全の確保に必要な対策・処置等に万全を期すこと。なお、詳細事項は事前に QST と十分な打ち合わせを持つものとする。
- ② 本体室は第一種放射線管理区域となり、既設機器は放射化（ ^{60}Co 等）しているため、加工作業汚染が発生するような作業を実施するにあたっては、「JT-60 解体作業における放射線作業要領」に準じて、養生等必要な防護措置を講じること。
- ③ 作業現場での放射線測定等は、基本的に QST が行う。
- ④ 空気汚染を伴う加工作業（溶接、溶断、グラインダー等）と空気汚染を伴わない作業を明確に区別して作業を実施すること。加工作業の場合は、被ばく及び汚染防止の観点から定められた専用の保護具（安全靴、防護衣等）を着用すること。
- ⑤ 使用した工具・資材・機材等を管理区域から持ち出す際は、QST の放射線管理担当者による汚染検査を受け、汚染のないことが確認されたのちに搬出すること。また、管理区域への工具の持ち込みは、必要最小限に留めること。なお、電動工具等内部の汚染、汚染検査が困難な場合には、基本的に搬出不可となる。
- ⑥ 管理区域に立ち入り、かつ、作業を行う者は、放射線管理上、放射線業務従事者の指定を受けた者とする。

13.2 一般事項

- ① 使用後の養生材等（ビニルシート）や、非金属性の廃棄物等は、可燃性・不燃性に分別すること。
- ② 作業計画に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災そ

の他の事故防止に努めるものとする。

- ③ 作業現場の安全衛生管理（KY 活動、ツールボックスミーティング等）は法令に従い、受注者の責任において自主的に行うこと。
- ④ 受注者は、作業着手に先立ち QST と安全について十分に打合せを行い、作業要領書を作成し、QST の確認を得てから作業を行うこと。
- ⑤ 受注者は、作業現場の見やすい位置に、作業責任者名及び連絡先等を表示すること。
- ⑥ 作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面に十分留意すること。
- ⑦ 受注者は、本作業に使用する機器、装置の中で地震等により安全を損なう恐れのあるものについては、転倒防止策等を施すこと。
- ⑧ 火気を使用する際には、事前に火気使用届の提出等の必要な手続きを行うこと。付近に可燃物がないことを確認して作業を実施すること。また、火気使用終了から最短 1 時間後は残り火を点検し、異常のないことを確認してから作業終了とすること。
- ⑨ 火気使用作業中は、養生等の作業環境について QST の許可を得てから作業を行うこと。
- ⑩ 玉掛け作業や天井走行クレーン運転は受注者の有資格者が行うこと。
- ⑪ 高所作業時には、必要に応じて、作業者の転落や機器物品の落下を防止するための措置等を施し、細心の注意を払って作業を行うこと。

13.3 加工作業に関する注意事項

- ① 切断等加工作業を行う際には可能な限り空気汚染の伴わないバンドソーやセーバーソー等の電動工具、パイプカッターのような機械的加工の切断工具を用いること。
- ② 切断等加工作業の際には、切粉が飛散しないように、被加工品をビニルシート等で被うなどの養生を行い、汚染拡大防止に努めること。
- ③ グラインダー作業時の切粉等を吸引する場合は、火災防止の観点から切粉等の温度が十分低下していることを確認してから行うこと。
- ④ 鉄製の機器を加工した場合には、錆が発生する可能性があることから、切断面への錆止め塗装による錆対策を確実に施すこと。
- ⑤ 加工により生じた切粉が周辺に付着することから、加工後速やかに切粉等を取り除くこと。
- ⑥ 加工を行った機器については、QST により表面密度測定を行い、表面汚染がないことを確認する。
- ⑦ 加工作業後は、QST により速やかに作業エリアの表面密度測定を行い、表面汚染がないことを確認する。万一、表面汚染が確認された場合、受注者は作業エリア等の除染作業を行うこと。
- ⑧ 空気汚染を伴う加工作業を行う場合には、作業エリア内等を確実に養生するとともにグリーンハウスを製作し、局所排気装置接続口に局所排気装置を接続して空気汚染を防護すること。また、既設 HEPA フィルターが目詰まりするため、加工方法によっては前段に専用のフィルター等を設置し、既設 HEPA フィルターへの負荷を低減してから加工作業を行うこと。
- ⑨ 受注者は、作業実施前に加工作業の内容、養生方法等を明記した作業要領書を提出し、

QST の承認後に作業を実施すること。

13.4 据付作業の注意事項

- ① 高精度な据え付けに向け、設置位置確認を QST と共にレーザートラッカー等による測量、マーキングを行うこと。
- ② 搬入ルート確認、他設備機器との干渉確認を行うこと。
- ③ 事前に作業員への周知、掲示等取付準備を入念に行うこと。
- ④ アンカーボルトを使う場合、耐震、耐荷重、架台自重等、十分強度を確保したものを選定すること。
- ⑤ 作業中、クライオスタット電位、架台電位や真空容器電位などの異なる電位同士を互いに繋いでしまわないように、足場などの固定時に絶縁を行うこと。
- ⑥ 据え付け前に、真空面全体をアルコールで洗浄し、埃等を除去すること。
- ⑦ アウトガス対策、カビや錆の防止の為、据付時にはゴム手袋を着用し、皮脂の付着を防ぐこと。
- ⑧ ボルトはトルクレンチを用いて規定トルクで締め付け、締め付けたトルク値を記録すること。なお、トルク値は後日指定する。
- ⑨ シール面を傷つけてしまった場合、シール面の加工並びに修繕を受注者の責任において行うこと。
- ⑩ 標準トルク値で真空リーク試験に不合格の場合には、段階的に上限まで締付とするが、詳細は別途 QST と協議の上、決定することとする。

14. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法(国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律)に適用する環境物品(事務用品、OA 機器等)が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書(納入印刷物)については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

15. 責任事項

- (1) 受注者は、製作物が本仕様書に明記された機能及び性能を発揮し得ることに対して責任を有するものとする。
- (2) 受注者は、機能及び性能を発揮し得るに必要な設計、製作、養生、運搬、試験検査等一切の作業について責任を有するものとする。
- (3) 受注者は、本仕様を QST と協議することなく変更した場合には、たとえ変更箇所が提出書類に記載されていても無効とし、仕様書の内容を優先するものとする。
- (4) 受注者は、本仕様書の内容を正しく理解するにとどまらず、作業を実施する上で必要となる全ての情報(対象機器の使用目的や使用形態等)についても正しく理解しなければならないものとする。この手続を怠ったために生じた一切の不都合は受注者の責任とし、

無償で交換するか、又は修理すること。

- (5) 本作業に当たり、本作業に関係しない機器・物品の移動が必要な場合には、協議の上、受注者が移動すること。移動した機器・物品は、本作業完了後速やかに元に戻すこと。
- (6) 作業に関し、仕様書の内容に不備がある場合には、受注者は直ちにその旨を申し出なければならない。それを怠ったり受注者が独自の判断で仕様を決定したりして作業を行ったために起きた不都合は受注者の責任とし、無償で交換するか、又は修理すること。
- (7) QST と受注者の間で打合せを行った際には、受注者側で打合せ議事録を作成し、提出するものとする。打合せ議事録の提出がない場合は、打合せの決定事項は QST の解釈を有効とする。
- (8) QST からの文書又は口頭による質問事項に対しては、速やかに議事録として回答を提出すること。
- (9) 受注者は、業務の進行状況を QST へ随時報告し、必要に応じて打合せを行うこととする。
- (10) 納品作業中に QST の財産に損害を与えた場合は、その補償について両者協議の上、合議内容を議事録にて確認しその合議内容の決定に従うこと。

16. 特記事項

受注者は、QST が量子科学技術の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的に求められていることを認識し、QST の規程等を遵守し、安全性に配慮して業務を遂行し得る能力を有する者を従事させること。

17. 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、QST と協議のうえ、その決定に従うものとする。

II 技術仕様

1. 一般事項

- (1) プラズマからの X 線を集光しスペクトル解析を行うために必要となる結晶分光（以下「XICS」という。）装置（図 1-1 参照）の調整を行う。XICS 装置は、P10 ポートフランジに接続され、連結容器部、結晶容器部、検出器容器部、電子回路部、真空排気系からなる。
- (2) JT-60 実験棟本体室内では、共通架台と呼ばれる複雑な構造物が JT-60SA 装置の周りを取り囲んでいるため、作業要領を入念に検討すること。
- (3) 作業の必要に応じて、既設の機器の部品を取り外し、作業終了後に元の状態に戻しても良い。方針については QST との協議の上で決定する。

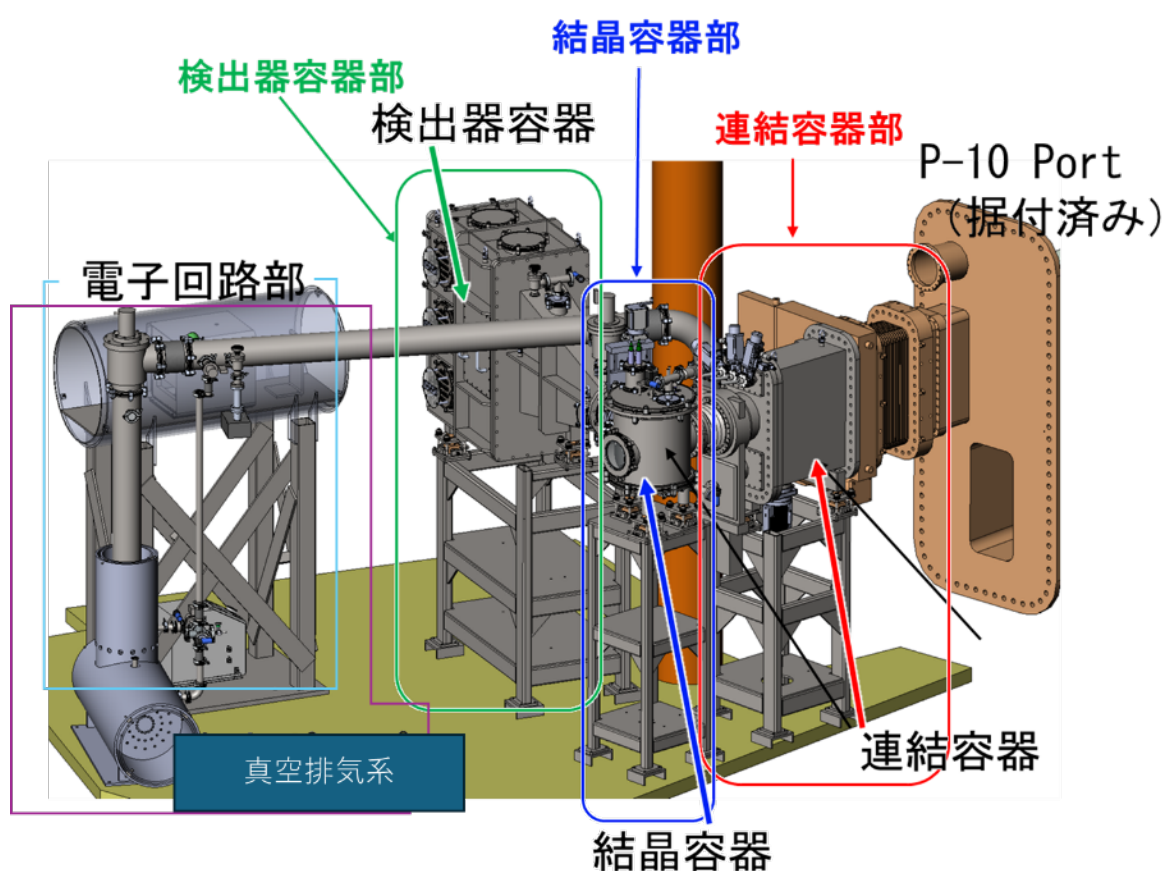


図 1-1 XICS 装置の概要

2. 真空排気系用ダクト保持用柱の設置

- (1) 保持用柱の構造を図 2-1 に示す。
- (2) 受注者は保持用柱およびボルト/ナット/ワッシャーを調達し、フロアと絶縁を施した上でフロアに固定する。
- (3) 真空排気系のリーク試験を行う。試験内容は II-7 項の表 II-7-1「真空リーク試験 共通項目」を参照のこと。
- (4) 保持用柱の詳細な設置方法については QST との協議の上で決定する。

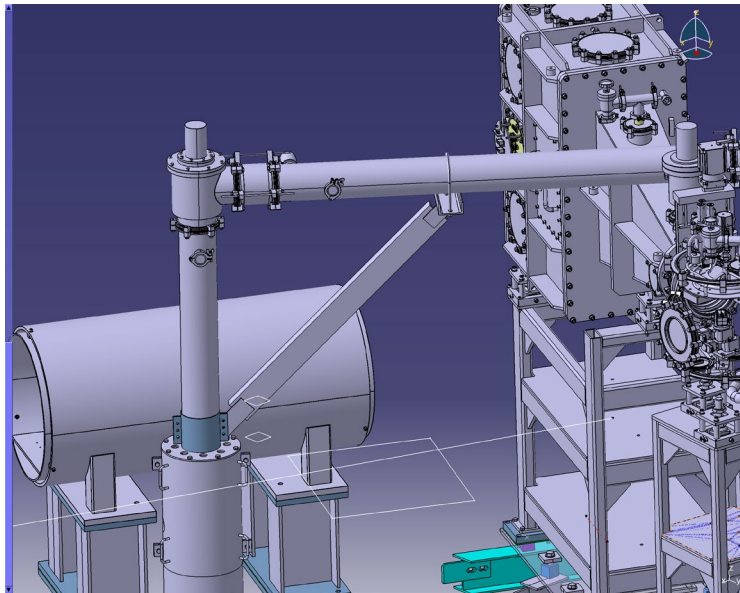


図 2-1 真空排気系用ダクト保持用柱の構造概念図

3. X 線源用チラーの設置・冷却水用ホースの敷設

- (1) 受注者はボルト／ナット／ワッシャー、およびチラーに含まれる液体が全て漏れても溢れない程度の深さがあるトレーを調達して、支給する X 線源用チラーをトレーの上に設置する。またフロアとトレーの間に絶縁を施した上で、フロアにトレーを固定する。
- (2) その際、既設の検出器用チラーの移動を行う。
- (3) 支給する冷却水用ホースをチラーと結晶容器の間に接続する。
- (4) 詳細な設置位置は QST との協議により決定する。

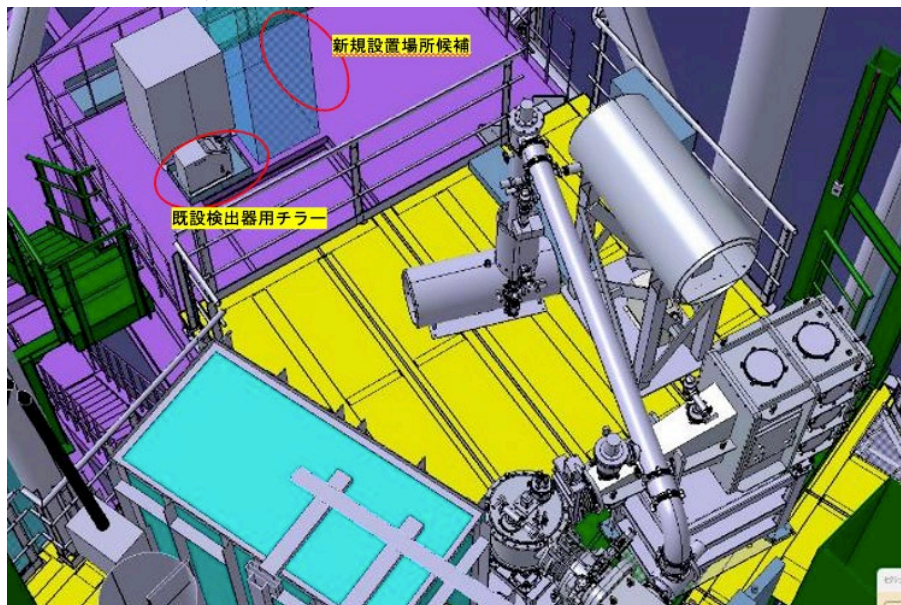


図 3-1 チラー設置場所周辺図

4. ベリリウム窓付きフランジの設置

- (1) ベリリウム窓付きフランジの構造を図 4-1 に示す。

- (2) 受注者は支給するボルト／ナット／ワッシャーを用いて、ベリリウム窓つきフランジを結晶容器(既設)と円形ゲートバルブ(既設)の間に挿入する。
- (3) 設置後、結晶容器両側にある円形ゲートバルブを閉め、バイパス配管を開けた状態で、結晶容器のリーク試験を行う。試験内容はII-7 項の表 II-7-1「真空リーク試験 共通項目」を参照のこと。

ベリリウム窓つきフランジ

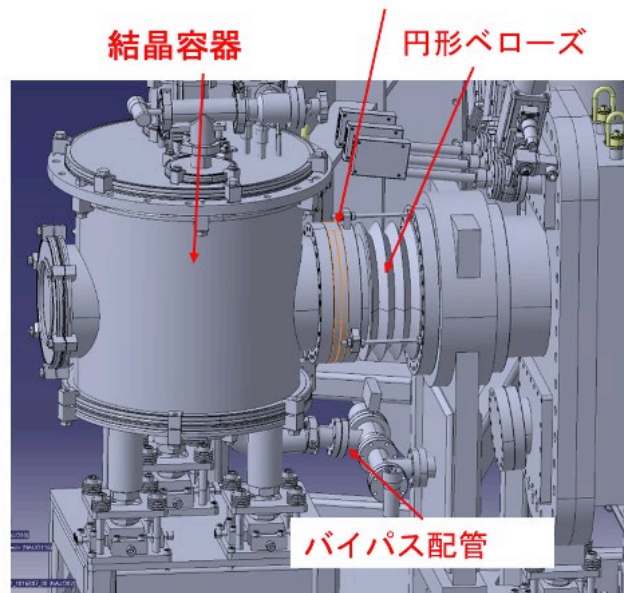


図 4-1 ベリリウム窓付きフランジの設置

5. 光ファイバケーブルの敷設

- (1) 電気回路部から PIG 室の C リング内まで、支給する 6 本の光ファイバケーブルを敷設する。
- (2) 受注者は光ファイバケーブルを束ねて電線管に通した状態で、同じルートにより敷設する。
- (3) 本体室の P-10 にある電気回路部から PIG 室までの光ファイバケーブル・電線管の敷設には、床貫通孔を通す。
- (4) 本体室は第 1 種放射線管理区域であり、PIG 室は第 2 種放射線管理区域であるため、光ファイバケーブル・電線管の敷設は PIG 室側から本体室側に向けて施工する。
- (5) 床貫通孔はアルミ製蓋で閉じられているため、必要に応じて加工すること。なお、敷設作業後に生じた隙間はアルミテープ等で塞ぎ、PIG 室側の空気が本体室側に流入しないように密封処理を行う。
- (6) C リング内において電線管内に粘土でケーブルの周りを塞ぎ、PIG 室の空気が本体室に流入するのを防ぐ。
- (7) 光ファイバケーブル・電線管の敷設に際し、必要に応じ仮設足場を建設する。
- (8) 詳細な敷設ルートは QST との協議により決定する。

6. 真空排気系の全体真空動作試験

(1) XICS 装置全体のリーク試験を行う。試験内容は II-7 項の表 II-7-1「計測器全体真空リーク試験」を参照のこと。

7. 試験検査

試験検査項目を表 II-7-1 に示す。

表 II-7-1 試験検査項目

試験項目		対象部	判定基準
外観検査		計測装置全体	目視にて有害な変形、傷等がないことを確認すること。
位置検査		計測装置全体	マーキングから±10mm 以内に設置されていることを確認すること。
トルク確認		ボルト締結	ボルト締付時において、トルク値の記録を残すこと。また、最終締付トルクを記録すること。
真空リーク試験	共通項目	フランジ接合面	●He リークディテクターの BG リークレートは 1.0×10^{-10} [Pa.m³/s]以下とする。 ●BG 圧力は~0.1 Pa 以下とする。 1)大気側よりの He リーク試験にて、5 分間、検出感度 1.0×10^{-8} [Pa.m³/s]でリークがないこと。 2)真空容器内より He リーク試験にて、5 分間、検出感度 1.0×10^{-8} [Pa.m³/s]でリークがないこと。 ●リークディテクターは各容器に取り付けられた NW25 クイックカップリングフランジに QST から貸し出す He リークディテクターを接続する
	計測器全体	装置全体	連結容器部, 結晶容器部と検出器容器部と排気ダクトを含んだ全体のリークチェックを行う
絶縁抵抗測定		装置全体	ポートプラグ据え付け後、すべての他設備及び建屋間において、装置架台が以下に示す電氣的絶縁を満足すること。 DC500V、1 分間印加し、1MΩ以上の絶縁抵抗値を有すること。

以上